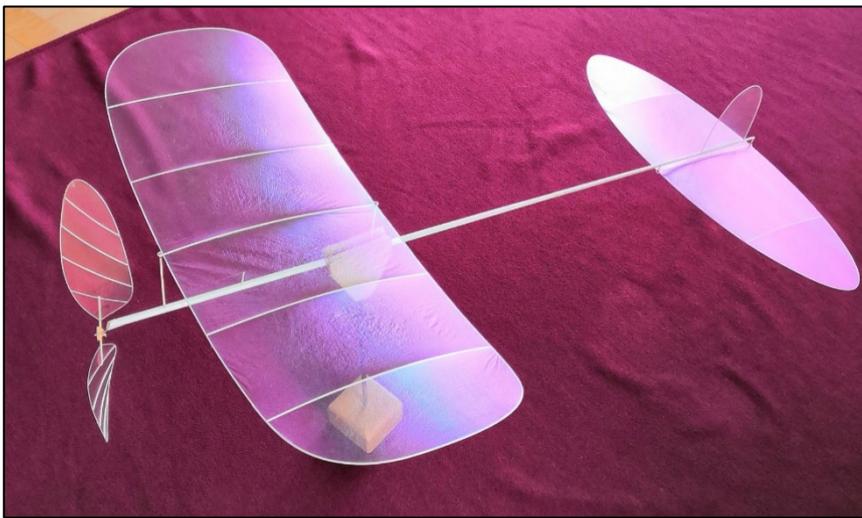


F1D-Modell „3d-1“

Mit knickfreier Tragfläche / Uwe Bundesen

Jedem, der sich intensiv mit dem Modellflug befasst, kommt einmal der Gedanke, dass die so häufig verwendeten Flügel mit den Ohrenknicks aerodynamisch nicht besonders gut sein können. Auch unter Saalfliegern sind diese Gedanken aufgetaucht, und im Laufe der Geschichte des Saalflugs sind mehrfach Modelle entstanden, die statt des allgemein üblichen Flügels knickfreie, gebogene Flügel verwendeten, so die Modelle der Weltmeister Max Hacklinger 1961, Karl-Heinz Rieke 1962, Hans Beck 1966, Lutz Schramm 2012 und Brett Sanborn 2018. Das aber waren Einzellerscheinungen, allerdings auch sehr erfolgreiche.



Die große Mehrheit der Modellflieger, darunter die Weltmeister Richmond, Treger und Kang verwendeten den üblichen Knickflügel, der sehr viel leichter und schneller als der sogenannte 3D-Flügel zu bauen und auch zu variieren ist. Man kann ohne großen Aufwand mit langen, kurzen und steilen Ohren und verschiedenen Flügelgrundrissen experimentieren. Bei 3D-Flügeln ist man dagegen gezwungen, für jeden neuen Flügelentwurf sehr aufwendige neue Vorrichtungen und Hellinge anzufertigen.

Es ist natürlich anzunehmen, dass der gebogene Flügel aerodynamische Vorteile hat. Besonders groß sind sie jedoch offensichtlich nicht, sonst wären die Bogenflügel verbreiteter. Auf jeden Fall aber sehen solche Modelle schöner aus, und nicht jeder baut aufwendige Modelle, nur weil sie besser fliegen. Man kann sich also an den Bau eines solchen Flügels machen, hat zum Schluss ein schönes Modell, kann aber nicht erwarten, dass sich damit die Leistungen schlagartig verbessern. Wer aber den Versuch machen will, für den ist die Anleitung von Heinz Eder zum Bau eines 3D-Flügels auf der Website der Thermiksense (in der Infothek) zu empfehlen.

Das Modell 3d-1 entstand in der saalflugfreien Coronazeit. Noch liegen deshalb sehr wenig Flugerfahrungen vor. Es hat allerdings den Anschein, dass die Leistungen besser sind als bei den Vormodellen. Ob sich das bewahrheitet und ob etwaige Leistungssteigerungen nicht auch auf andere Änderungen zurückzuführen sind, werden die nächsten Monate zeigen.

Die Regeln für die internationale Klasse F1D definieren ein Mindestgewicht von 1,4 g, die größte Spannweite von 55 cm und die maximale Flächentiefe von 20 cm. Für die Modellflieger der 60er-Jahre galten diese Regeln nicht. Lutz Schramm musste sich allerdings daran halten

und für die ellipsenähnliche Flügelform seiner Modelle eine etwas höhere Flächenbelastung in Kauf nehmen. Ich entschied mich für einen größeren Flächeninhalt, um die Flächenbelastung niedriger zu halten und damit für einen annähernd rechteckigen Flügel mit abgerundeten Flügelenden.

Gewichte und Holzstärken

Motorträger: Rohr aus 0,33 mm C-Grain Balsa, 0,080 g/cm³, auf 6-mm-Form, komplett mit Propellerlager (Schweineschwanz), Endhaken und 0,075-Borfaser-Verspannung, Röhrchen für die Aufnahme der Flügelstützen,

0,25 mm Stahldraht Hakenverlängerung
Das Rohr von ca. 6,7 mm Durchmesser wurde auf einem Rundstab, der 6 mm Durchmesser hatte, gewickelt, die anderen Rumpfteile jeweils auf konischen Formen. Der Motorträger und das darauf folgende Rumpfstück sind miteinander verleimt. Das hinterste Rumpfstück mit HL und SL wird aufgeschoben.

2 Flügelstützen: 1,6 mm Balsa-Rundstab, vorne 2 Borfasern 0,075 mm, hinten: gebogen zum Verstellen der Flügelverdrehung, 4 Borfasern 0,040 g

Vorderer Teil des Leitwerksträgers: 25 cm, konisch von 6,6 auf 4,5 mm, C-Grain 0,3 mm, 0,08 g/cm³, zusammen mit Motorträger und Flügelstützen: 0,463 g

Hinterer Teil des Leitwerksträgers: Länge 30 cm, 2,5 cm aufgesteckt auf den vorderen Rumpf, konisch 5,0 mm auf 3 mm, C-Grain 0,25 mm, 2 Borfasern 0,075 mm 6 und 12 Uhr, komplett mit Seitenleitwerk 0,134 g

Höhenleitwerk: Holme verjüngend von 0,7 mm x 0,65 mm auf 0,3 mm x 0,65 mm 0,045 g, Borfaser 0,075 mm auf Ober- und Unterseite bis ca. 85 % der Spannweite, Kleber 0,047 g, 3 Rippen 0,6 mm x 1 mm 0,028 g, Rohbau 0,120 g, Höhenleitwerk bespannt und mit Aufsteckröhrchen i.D. 1,6 mm 0,170 g

Flügel: Holme verjüngend von 1,5 mm x 0,9 mm auf 0,6 mm x 0,9 mm, B-Grain, 0,075 g/cm³ 0,070 g, 0,075-Borfaser mit Kleber, oben und unten bis 85 % der Fläche 0,076 g, 5 Rippen 0,7 mm x 1 mm 0,067 g, Rohbau: 0,213 g, Flügel bespannt mit OS-Film und Aufsteckröhrchen i.D 1,6 mm, 0,340 g

Gewichte: Zelle 1,107 g, Luftschrauben 0,19 bis 0,3 g.

Die Umrisse aus Pappe sind auch die Formen gewesen für den Flügelbau und das Verkleben mit Borfasern. Die runden Ausstanzungen verringern die Möglichkeit, dass der Holm beim Aufbringen des Borons mit der Form verklebt wird. Das tut er manchmal, aber Aceton hilft da schnell. Die Flügelenden habe ich extra angefertigt und habe dafür aus Depron Formen für links und rechts gebaut, inklusive aller Rundungen - und dann später angeschliffet.

Größerer Hakenabstand

Manchmal, so glaube ich, verdreht sich der Rumpf nicht gut genug für einen guten Steigflug. Deshalb habe ich

F1D 3d-1 Propellervarianten

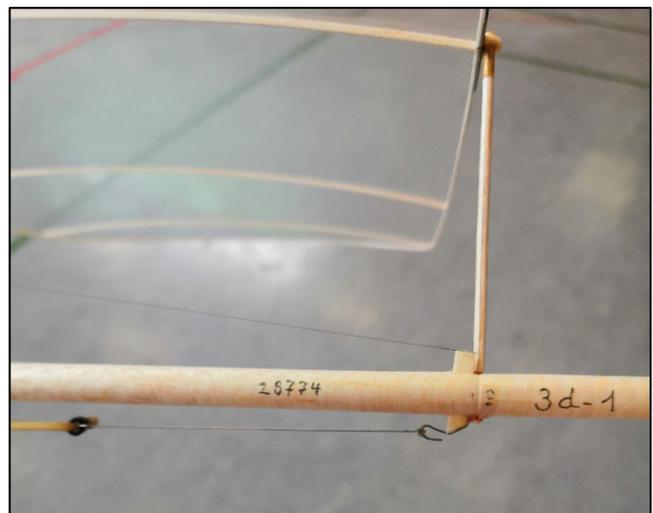
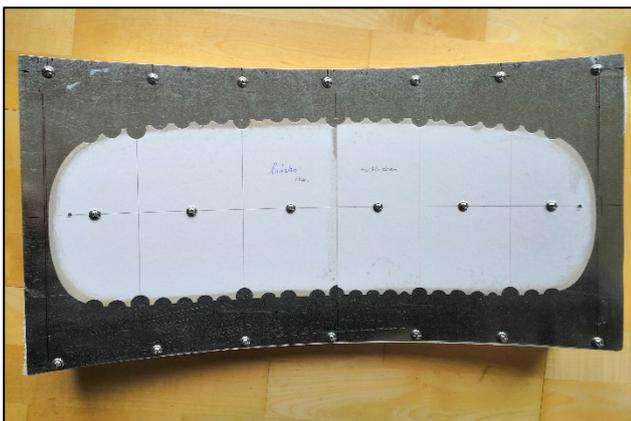
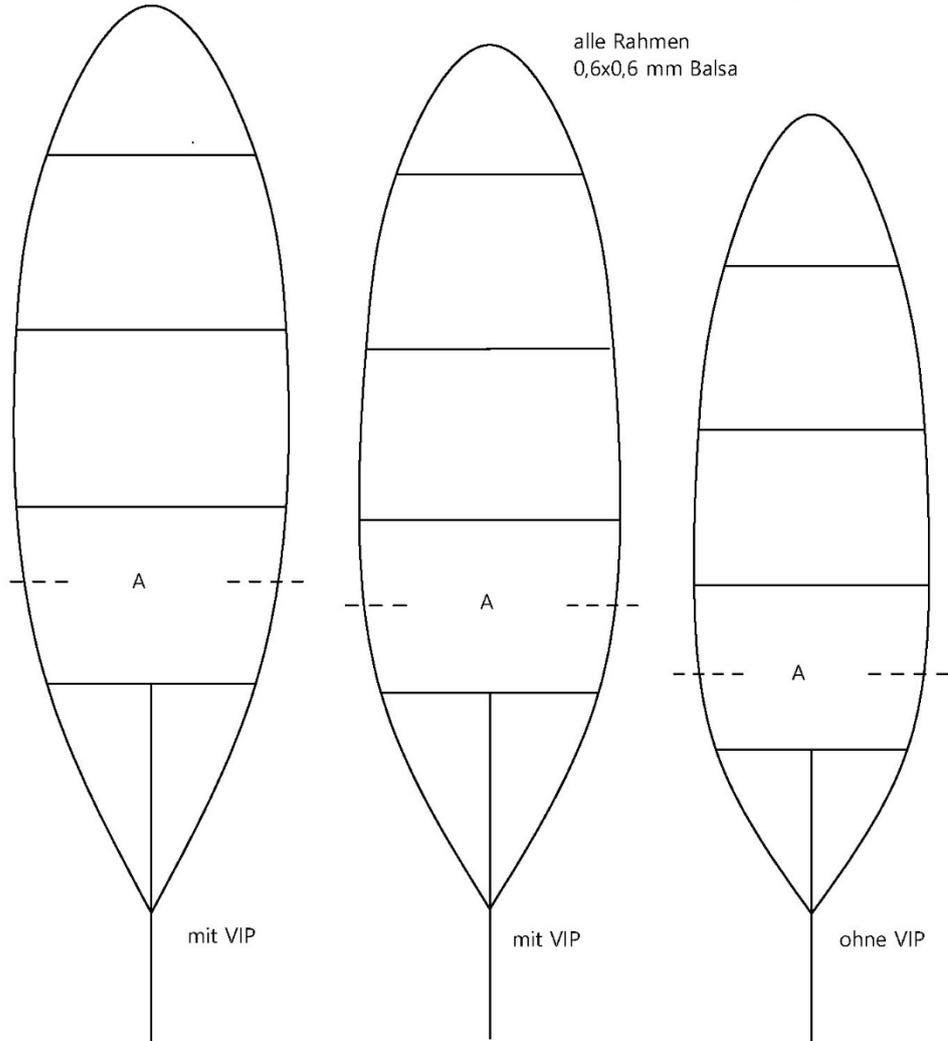
Alle Versionen wurden mit Holm und mit Holmstummel (holmlos) gebaut

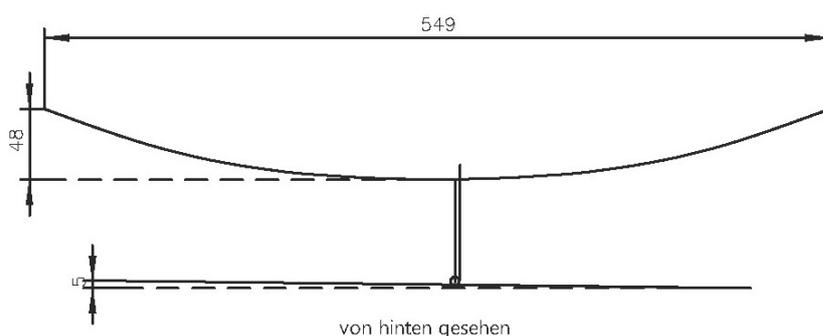
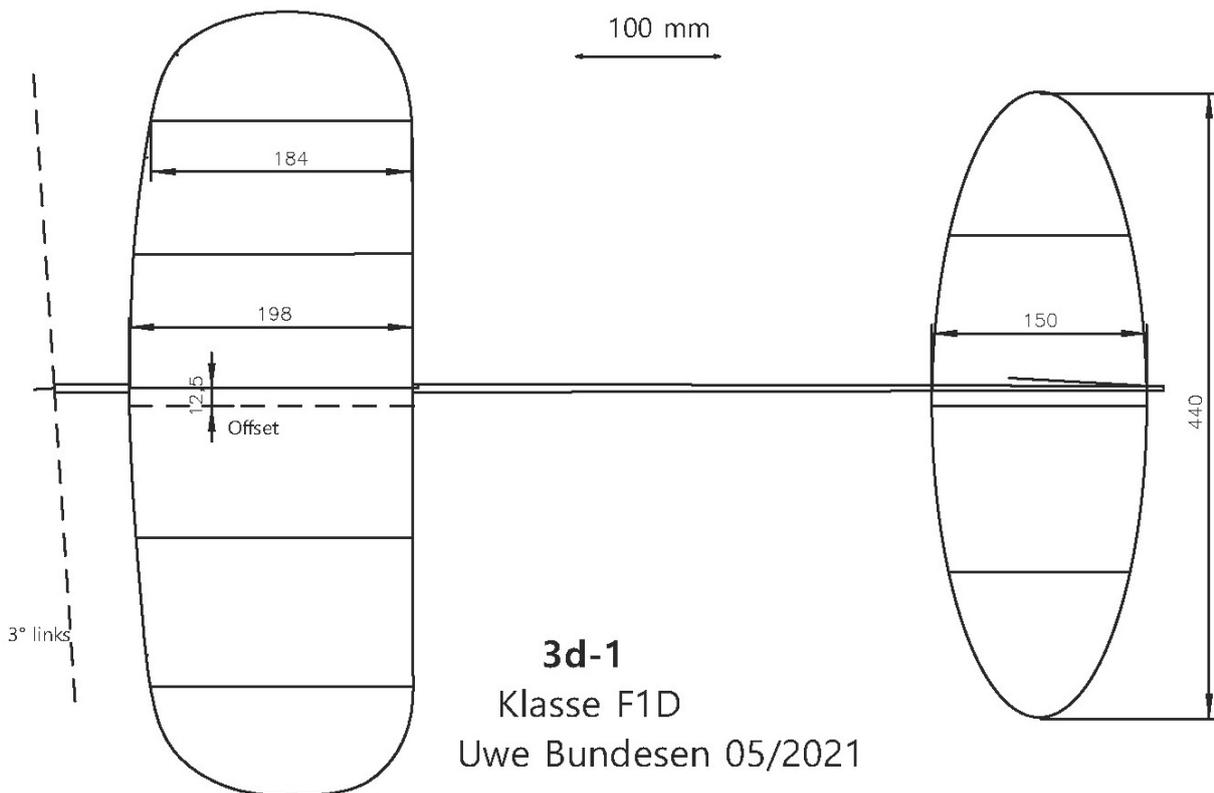
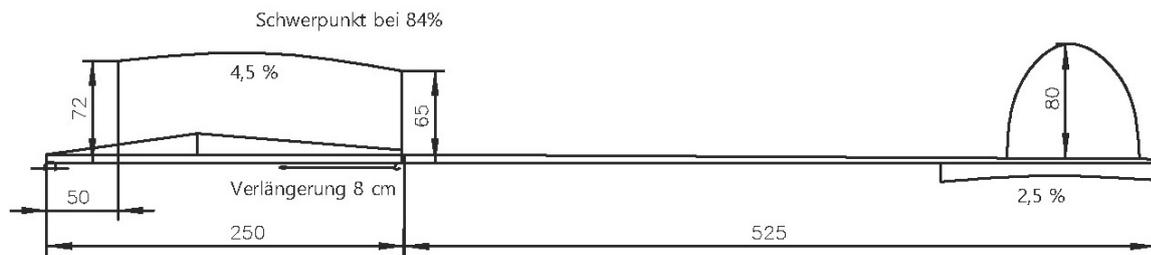
Holmlose Variante: Borfaser 75 my auf Rahmen 2x oben 2x unten bis Position A, darüber 1x unten 1x oben
innerste Rippe: Borfaser oben und unten

d 480mm p 720mm G 0,25 g

d 460mm p 680mm G 0,25 g

d 430mm p 680mm G 0,21 g





bei diesem (und anderen) Modellen statt des möglichen Hakenabstandes von 16 cm (für die jetzt kürzeren Gummis) einen von 24 cm gewählt (siehe Foto), damit der Rumpf über die ganze Länge verdreht wird. D.h. der Gummistrang wird um 8 cm durch einen Stahldraht 0,25 mm verlängert (wiegt ca. 0,01 g), so dass die Torsionskräfte des Gummistranges auf den gesamten Motorträger wirken.

Je nach Schwerpunktlage kann dieser Stahldraht auch nach vorne kommen, an den Propellerhaken.

Veränderung der Flügelverwindung

Es kommt immer wieder vor, dass man die Flügelverwindung verändern muss. Dazu kann man

1. Die Verklebung eines Röhrchens am Flügel mit Aceton lösen und das Röhrchen neu verkleben nachdem man den Flügel verdreht hat, so wie man ihn sich wünscht.
2. Man löst eine der Klebungen unten am Rumpf, verdreht eine der Flügelstützen und damit den Flügel und verklebt wieder.

- Man verbiegt eine der Flügelstützen bis die Verwindung stimmt - dazu Borfasern mit Aceton lösen, neu verkleben.
- Man baut eine krumme Flügelstütze. Wenn man die verdreht, ergibt sich am oberen Ende ein Ausschlag und damit auch eine Verwindung.

Die Lösung Nr. 4 hat den Vorteil, dass man sehr schnell Änderungen vornehmen kann. Der Nachteil allerdings bei 1 bis 4 ist, dass auf diese Weise auch die Ausrichtung des Flügels zum Rumpf verschoben wird. Die sauberste Lösung ist ein Anheben oder Absenken nur des linken Flügels. Das gab es schon, mit kleinen Schrauben, sehr kompliziert und schwer.

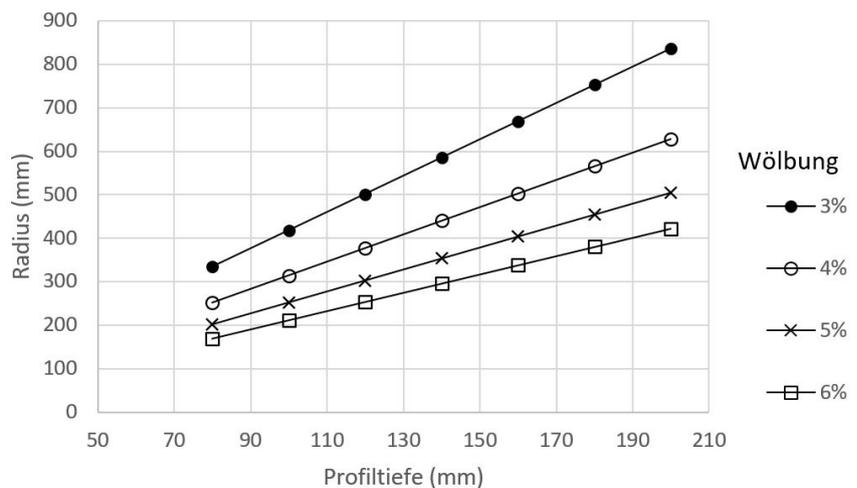
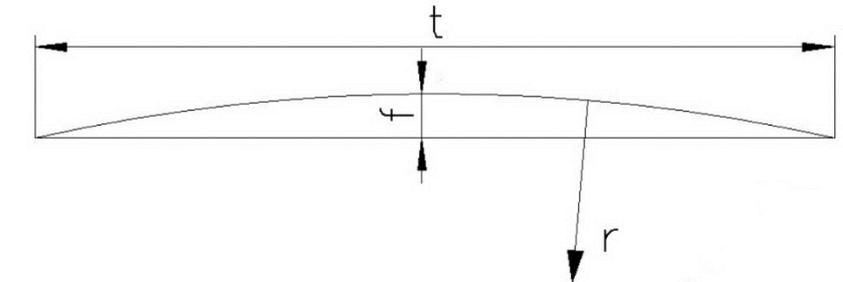
Saalflugprofile: Radius aus Profiltiefe und Wölbung bestimmen

Saalflugprofile sind meist Kreisbögen mit 3 bis 5% Wölbungshöhe. Wenn die Wölbung in % und die Profiltiefe in mm vorgegeben sind, ist es zum Zeichnen des Profils günstig, den Radius zu kennen. Ich habe deshalb mit Hilfe von Schulmathematik folgende Formel hergeleitet:

$$r = f \cdot t / 2 + t / 8 \cdot f$$

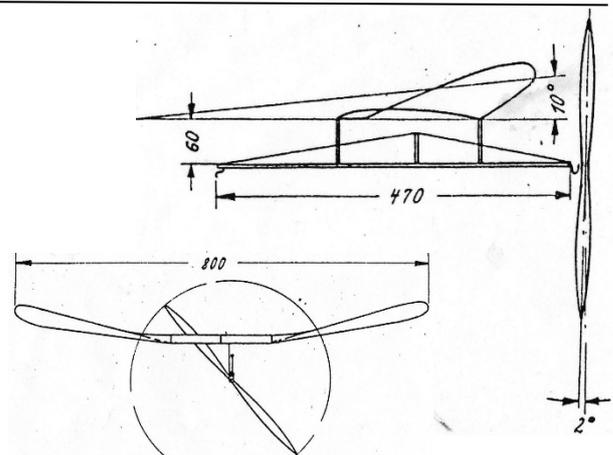
f: Profiltiefe in mm, t: Profiltiefe in mm,
r: Radius in mm

Aus dem Diagramm kann der Radius r in Abhängigkeit von t und f entnommen werden. Allerdings wird man feststellen, dass die Radien bei den üblichen Wölbungen von 3 bis 5% ziemlich groß werden. Es ist dann günstig, sich mit einem CAD Programm eine Rippenschablone zu zeichnen. Heinz Eder



Rekord Saalflug "Nurflügel"

Karlheinz Rieke (97) schreibt: Anbei noch eine Skizze von meinem Rekord-Nurflügel im Jahr 1940. Den Rekord hat mir dann später Richard Eppler (97) weggeschnappt. Während ich noch, wie damals üblich, mit Verstrebungen gearbeitet habe, hat er sein Modell schon verspannt: leichter und viel starrer! WG

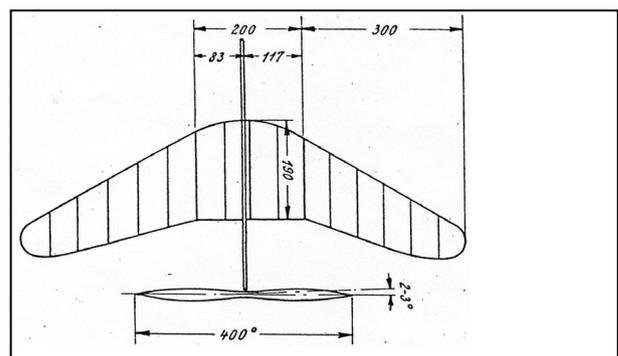


Schwanzloses Saalflugmodell „SN-7“

Von Hitlerjunge Karlheinz Rieke, Berlin

Datenzusammenstellung

Bisher erreichte Bestleistung: 8 min 55 s,
Durchschnittsleistungen: 8 min 30 s,
Zahl der bisherigen Flüge: 24,
geschätzte Gleitzahl und geschätzte Sinkgeschwindigkeit: 1 : 12; 0,12 m/s,
Spannweite: 800 mm,
Länge über alles: 475 mm,
Fluggewicht: 2,8 g,
Tragflügelinhalt: 10,8 dm³,
Flächenbelastung: 0,27 g/dm²,
Verwindung des Tragflügels (Differenz zwischen dem Winkel des Endprofils und dem Winkel des Flügelwurzelpfils): 10°,
Gummistrangquerschnitt: 3,2 mm², 520 mm lang.,
Luftschraubensteigung: 440 mm,
Luftschraubendurchmesser: 400 mm,
Werkstoff für das Rumpfwerk: Strohhalme,
Werkstoff für das Tragwerk: Balsaholz,
durchschnittliche Rippenstärke: Mittelteil 1 × 1 mm, Außenflügel 0,5 × 0,5 mm,
Querschnitte der Tragflügelholme bzw. Leisten: 3 × 1 mm bis auf 1 × 0,5 mm verjüngt,
sonstige Besonderheiten: Mit Mikrofilm bespannt.



Verstellpropeller im Saalflug

Mit der Mechanik von Ivan Treger / Uwe Bundesen

Es ist zu vermuten, dass es seit dem Aufkommen des Saalflugs in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts das Bemühen gab, das anfänglich hohe Drehmoment der Gummimotoren zu bändigen, um damit das unschöne Anstoßen der Modelle an die Hallendecke zu vermeiden und gleichzeitig die Flugdauer zu erhöhen.

Schon aus den 50er Jahren sind Entwürfe von Verstellpropellern bekannt, die den Ablauf des Gummimotors in der Anfangsphase des Fluges, bei dem die Modelle zu schnell steigen, verlangsamen sollten, die aber vermutlich wegen des hohen Gewichtes lange nicht zum Einsatz kamen. Dann aber, im Jahr 1984, wurde Jim Richmond in Japan mit einem Verstellpropeller in der Klasse F1D Weltmeister, und seitdem hat man bei F1D-Wettbewerben ohne so eine Mechanik keine Erfolgsaussichten. Die einzigen Ausnahmen von dieser Regel sind Flüge in sehr hohen Hallen, wie z.B. in der leider nicht mehr benutzbaren Cargolifter-Halle und den hohen Hallen von Slanic, in denen man Mühe hat, für einen langen Flug mit dem 0,4 g - Motor die Hallendecke zu erreichen.

Prinzipiell gibt es zwei Typen von Verstellmechaniken. Bei beiden bewirkt eine Federkraft, die dem Propellerdrehmoment entgegenwirkt, die Verstellung der

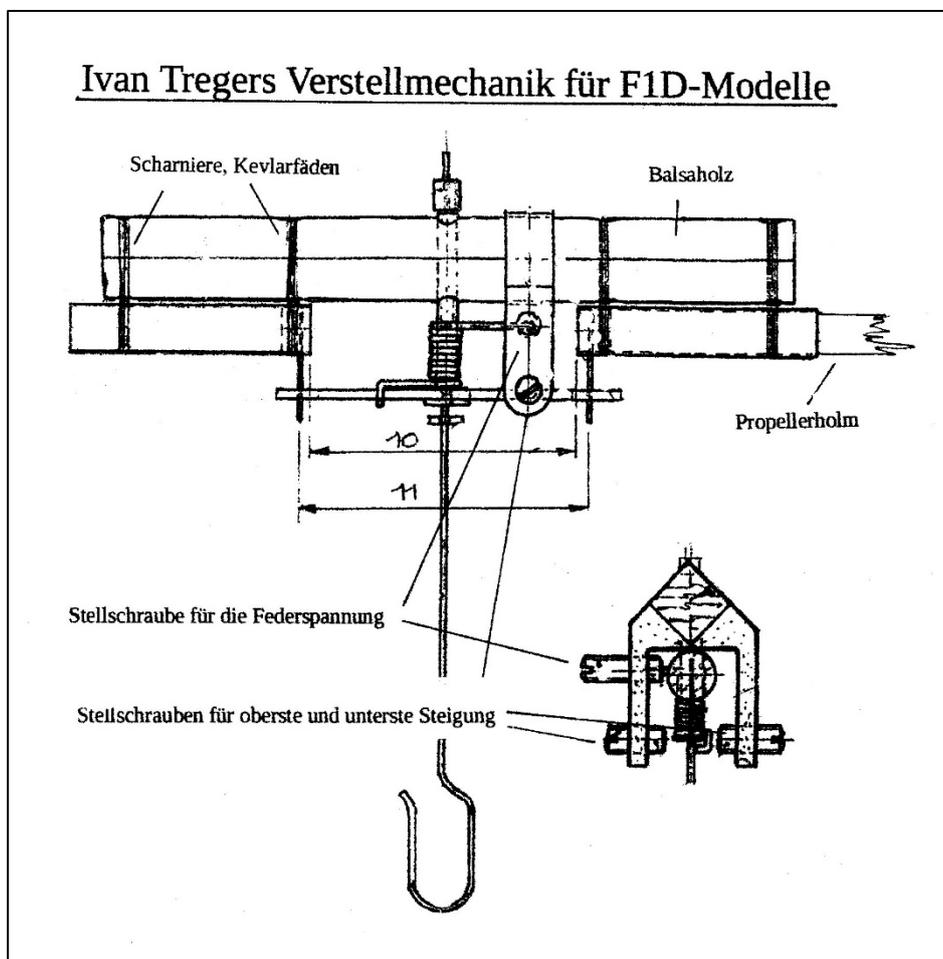
Luftschaube. Beim anfänglich hohen Drehmoment hat der Propeller dabei eine hohe Steigung mit hohem Luftwiderstand, der den Ablauf des Gummimotors verlangsamt. Die Modelle steigen dann langsam und weniger hoch und gehen schließlich in den Sinkflug über. Mit dem sich verringern den Drehmoment aber werden auch die Steigung des Propellers und sein Widerstand kleiner. Damit steigt die Umdrehungszahl und der Schub wird größer. Der Abstieg verlangsamt sich, das Modell sinkt nicht mehr und geht eventuell in einen zweiten Steigflug über.

Bei der Mechanik, wie sie Richmond verwendete, reduziert ein Gummizug den Durchmesser und die Steigung der Luftschaube, beim zweiten Typus wird durch eine Stahlfeder nur die Steigung heruntersgesetzt. Dieser zweite Typus ist etwas einfacher in der Handhabung und hat sich allgemein durchgesetzt. Der Bau eines solchen kleinen Gerätes, das bei F1D nicht schwerer sein sollte als 0,1 g, ist aber schwierig und dauert lange. Wer sich nicht mit der Herstellung abquälen will, kann diese Mechanik auch käuflich erwerben. Zwar gilt bei Wettbewerben im Saalflug die Regel, dass man seine Modelle selbst bauen muss, jedoch wird die Verwendung von gekauften Verstellmechaniken auch bei internationalen Wettbewerben geduldet. Empfehlenswert ist die Mechanik, die man bei Ivan Treger, dem mehrfachen Welt- und Euro-

pameister der Klasse F1D für ca. 90 Euro kaufen kann. Es gibt aber auch noch andere Lieferanten.

Die Einstellungen der Federkraft und der Anschläge für die maximal und minimalen Steigungen werden bei diesem Modell durch M1-Schrauben vorgenommen.

Mit diesen Verstellmöglichkeiten kann man die maximale und minimale Steigung der Luftschaube in einem weiten Bereich verändern, bei F1D z.B. zwischen 500 und 1200 mm. Mit der Einstellung legt man fest, in welchen Drehzahlbereich der Propeller arbeitet. Deshalb kann man sowohl mit durchschnittlich geringer Steigung, einem sehr dünnen Gummistrang und hoher Drehzahl, als auch mit hoher durchschnittlicher Steigung, einem dicken Strang und geringer Drehzahl passable Flugzeiten erreichen.



Wo aber liegt das Optimum?

Die Propellerblätter werden mit einer bestimmten optimalen Grundsteigung gebaut. Man verlässt logischerweise bei einem Verstellpropeller diesen Bereich und fliegt also mit zu großer oder zu kleiner und nur zeitweilig mit der richtigen Steigung. Die Abweichung in eine zu niedrige oder auch zu hoher Steigung, weg vom Optimum also, sollte möglichst gering sein, und der Gummistrang so ausgewählt werden, dass der längste Teil des Fluges mit dieser Steigung erfolgt. Dazu legt man den Verstellmechanismus still, fliegt mit der Originalsteigung und bestimmt durch Versuche, mit welcher Gummistärke die Flugzeiten am größten sind. Mit dem auf diese Weise ermittelten Motor, der zumindest am Anfang der Flugversuche steht, kann man dann die weiteren Testflüge mit dem Verstellpropeller vornehmen.

Einstellung des Verstellpropellers

Die unterste Steigung stellt man zunächst so ein, dass sie der Originalsteigung der Luftschraube entspricht. Die oberste Steigung wird erhöht, bei einer F1D-Luftschraube z.B. von 750 mm auf 1100 mm. Dann macht man den ersten Testflug mit dem vollen Drehmoment. Das Modell sollte mit geringer Drehzahl, bei F1D z.B. ca. 40 U/min, langsam gerade die Decke erreichen und dort eine Zeitlang verweilen. Mit dem nachlassenden Drehmoment verringert sich die Drehzahl, bis das Modell in den Sinkflug übergeht. Dabei ist das Drehmoment zunächst aber immer noch größer als die Rückholkraft der Feder und der Propeller behält seine Maximalsteigung. In dieser Phase kann man die Spannung der Rückholfeder verringern, so dass der Propeller beginnt, auf eine geringere Steigung herunterzuschalten. Die Drehzahl verringert sich nicht mehr oder nimmt langsam zu. Im Idealfall bleibt dann das Modell lange Zeit auf der gleichen Höhe, geht schließlich in den Sinkflug über und landet mit abgelaufenem Motor und der niedrigsten Steigung.

In der Praxis hat sich herausgestellt, dass ein anderes Flugmuster längere Flugzeiten bringt. Auch hier macht das Modell einen langsamen Steigflug an die Hallendecke, geht dann aber mit immer langsamer laufender Luftschraube, in F1D z.B. 33 U/min, in den Sinkflug bis dicht über dem Boden. Erst jetzt schaltet der Propeller, Drehzahl und Schub werden größer, und es beginnt ein zweiter Steigflug an die Decke. In den meisten Fällen landet bei dieser Einstellung das Modell mit nicht gänzlich abgelaufenem Motor. Deshalb stellt man den Propeller meistens so ein, dass er in der letzten Phase des Fluges eine geringere als die Originalsteigung hat. In dieser Phase haben F1D-Propeller deshalb häufig Umdrehungszahlen von 50 bis 60, bei einer Durchschnittszahl des gesamten Fluges von ca. 40 bis 45. Die Einstellung eines Modells auf das oben angeführte Flugverhalten ist schwierig.

Einige Erläuterungen

Für das Umschalten von hoher auf die niedrigste Steigung brauchen VPs unterschiedlich lange. Der Vorgang kann einige Sekunden bis zu mehreren Minuten benötigen, abhängig u.a. von der Auslegung der Rückholfeder, der Leichtgängigkeit der Scharniere, der Form der Propellerblätter, dem Momentverlauf des Gummistranges. Bei Testflügen sollte man mehrere Gummistränge mit dem gleichen Momentverlauf verwenden um bei jedem Testflug von annähernd denselben Bedingungen auszugehen.

Zur genauen Bestimmung von Schaltbeginn und -ende sollte man mit der Stoppuhr die Drehzahlen messen. Bei anderen Modellen als F1D ist das allerdings wegen der hohen Drehzahlen kaum möglich, hier hilft nur die genaue Beobachtung des Fluges.

Im Idealfall sinkt das Modell nach der ersten Steigphase mit äußerst geringer Drehzahl bis dicht über den Boden (gewinnt Zeit) und steigt dann nochmals an die Decke. Sehr häufig reicht aber nach dem Umschalten nahe dem Boden die Energie trotz der erhöhten Drehzahl nicht mehr aus für einen zweiten Steigflug.

Es gibt jetzt mehrere Möglichkeiten, das Modell zu diesem zweiten Steigflug zu verhelfen:

1. Man verringert die unterste Steigung. Der Propeller läuft nach dem Umschalten damit schneller und ermöglicht einen zweiten Steigflug.
2. Es wurde schon beim ersten Steigflug und beim Verweilen an der Decke zu viel Energie verbraucht. Wenn man jetzt die Anfangssteigung etwas erhöht, steigt das Modell nicht so hoch oder bleibt nicht so lange an der Decke. Der Sinkflug beginnt früher, das Modell hat somit weniger Energie verbraucht. Wenn mit dieser Einstellung das Modell seinen Sinkflug bis an den Boden fortsetzt, muss, damit der Propeller früher schaltet, die Feder- spannung erhöht werden.

Einstelldaten für 8 m Hallen

F1D-Verstellluftschraube, Durchmesser 480 mm, Grundsteigung 740 mm, Strang 0,4 g, Gummi Super Sport 1,26 g/m

Beginn des Schaltens: 11 g x cm

Ende " " : 6 g x cm

F1M-Verstellluftschraube, Durchmesser 400 mm, Grundsteigung 500 mm, Strang 1,5 g, Gummi Super Sport 1,95 g/m

Beginn des Schaltens: 17,5 g x cm

Ende " " : 11 g x cm

F1M-L-Verstellluftschraube, Durchmesser 350 mm, Grundsteigung 500 mm, Strang 1,5 g, Gummi Super Sport 2,1 g/m

Beginn des Schaltens: 15 g x cm

Ende " " : 10 g x cm

(Gemeint ist hier ein Modell mit F1M-L Geometrie – mit einem VP ausgerüstet fällt es dann unter F1M)